

**ВПЛИВ ТОКОФЕРОЛУ НА ОКСИДАТИВНИЙ СТАН ГОРОХУ (*PISUM SATIVUM*)  
У ФАЗІ ПРОРОСТАННЯ НА ФОНІ СОЛЬОВОГО СТРЕСУ****КОЛЕСНІКОВ М.О., к.с.-г.н., доцент кафедри хімії та біотехнологій,  
Таврійський ДАТУ, Україна**

*Показано, що токоферол при передпосівному обробітку ним насіння гороху стимулював ростові процеси, гальмував процеси пероксидації ліпідів, знижував ступень окисного ушкодження білків, активував каталазу та підвищував адаптаційний потенціал гороху за умов сольового стресу в період раннього онтогенезу.*

Засолення є одним з важливіших абіотичних факторів навколишнього середовища, що набуває суттєвого впливу в південних районах України. Сольовий стрес призводить до порушень фізіолого-біохімічних функцій рослинного організму, які супроводжуються посиленням генерації продуктів вільно-радикального окислення та відбуваються адаптивні зміни у функціонуванні антиоксидантної системи, систем білкового та вуглеводного обміну. Адаптація рослин до дії сольового навантаження є визначальною для формування врожаю. Увагу дослідників привертає пошук засобів які б забезпечували підтримку іонного та оксидативного гомеостазу рослинного організму при засоленні. Тому дослідження механізмів солестійкості за дії адаптогенних препаратів є актуальними та мають практичне значення. Токоферолі (ТФ) об'єднані групу з восьми вітамінів, найбільш значимим з яких є  $\alpha$ -токоферол. Токоферол синтезується тільки рослинами і в організмі людей і тварин токоферолі не утворюються. Однією з головних функцій вітаміну Е вважається антиоксидантна, що базується на його властивостях реагувати з АФК, ліпопероксидами та впливати на активність ферментів, гальмуючи процеси переокислення ПНЖК. Кількість досліджень проведених на рослинних об'єктах з використанням екзогенного токоферолу або його аналогів незначна. Разом з тим, є відомості про позитивний вплив токоферолу на ріст рослин, формування генеративних органів та врожайність. В ряді робіт показано ефективність застосування токоферолу при вирощуванні квасолі, льону, пшениці, рису в умовах сольового стресу [1,2]. Таким чином, токоферол потенційно є перспективною речовиною для використання її у виробництві продукції рослинництва з метою підвищення адаптивних властивостей культури.

**Мета роботи.** З'ясувати особливості впливу токоферолу різних концентрацій на біометричні показники, стан оксидативних процесів за умов засолення в період раннього онтогенезу рослин гороху (*Pisum sativum*).

**Методика досліджень.** Дослідження проводили з використанням насіння гороху (*Pisum sativum*) сорту Готівський (F1). Насіння гороху контрольного варіанту замочували протягом 6 годин у дистильованій воді, насіння дослідних варіантів замочували у розчинах солюбілізованого токоферолу різних концентрацій (0,01; 0,1; 0,5; 1,0 г/л). Насіння пророщували в чашках Петрі при контрольованих параметрах. Для індукції сольового стресу у 2-6 варіантах використовували середовище 0,1М розчину натрію хлориду в якому пророщували насіння протягом 7 діб [3].

У ході дослідів визначали вміст ТБК-АП за модифікованою методикою Heath RL., Parker L. [4] з використанням коефіцієнту мілімолярного поглинання малонового діальдегіду ( $\epsilon = 156 \text{ mM}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), проліну за реакцією з нінгідринним реактивом за Bates [5], каталазну (КАТ) активність (КФ 1.11.1.6) за Корольок М.А. [6], вміст водорозчинної фракції білку за Lowry О.Н. [7]. Спектрофотометричні дослідження проводили з використанням однопроменевого СФ «Unico UV-2800». На 7-му добу визначали лабораторну схожість насіння, довжину проростків, довжину коренів, сиру та суху масу проростків та коренів гороху [8].

**Результати досліджень.** Пророщення гороху протягом 7 діб показало, що  $\alpha$ -ТФ за умов передпосівного замочування насіння викликав зміни у морфометричних показниках.

Лабораторна схожість насіння гороху за його культивування в умовах натрій-хлоридного засолення значно знижувалася. Разом з тим, лабораторна схожість насіння гороху обробленого ТФ у концентрації 0,01 г/л зростала на 9%, а в концентрації 0,1 г/л - на 20% порівняно зі схожістю рослин на сольовому фоні. Під впливом більш високих концентрацій ТФ відбувалося пригнічення процесів проростання тому схожість знижувалася на 5,7 – 19,1% ( $P \leq 0,05$ ).

Основний показник життєздатності рослин – це приріст їх біомаси. Зафіксовано вірогідне зростання сирової маси рослин гороху на 16-27% та сухої маси на 21-28% у випадку передпосівного замочування в розчинах ТФ концентрацій 0,01-0,1 г/л. Відомо, що сольове навантаження викликає пригнічення фази розтягування клітин, тому за умов дії даного фактору спостерігалось зниження довжини проростків на 18%, а коренів на 25% порівняно з контрольними показниками. Проте, за дії ТФ зростала довжина проростків на 12% та коренів на 21%, порівняно з необробленим насінням, яке пророщувалося на сольовому фоні. Високі концентрації ТФ призводили до зниження довжини як проростків, так й коренів гороху. Вважається, що причина гальмування росту рослини на початкових етапах онтогенезу полягає в уповільненні процесів метаболізації елементів живлення в коренях та їх транспорту до проростків.

За умов сольового стресу інтенсифікувалися процеси пероксидації на що вказує зростання вмісту ТБКАП. Обробка насіння гороху ТФ лише у концентраціях 0,5 та 1,0 г/л суттєво знижувала вміст ТБК-АП в 7-денних проростках та коренях гороху на 17 та 27% відповідно порівняно з сольовим фоном (рис. 1А).

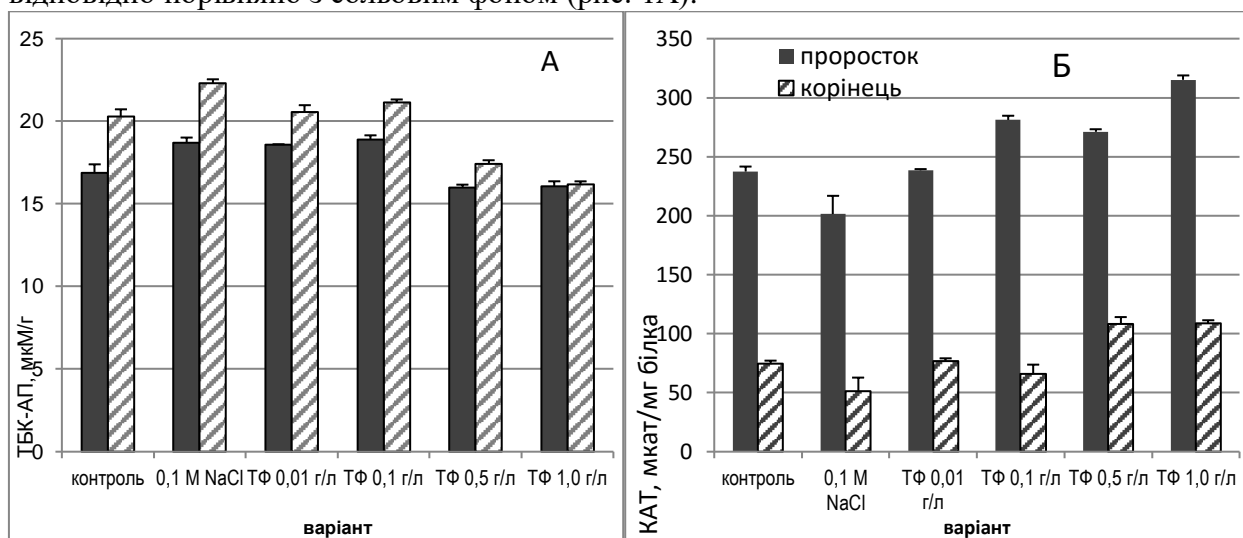


Рис. 1. Вміст ТБК-АП (А) та КАТ активність (Б) в проростках та коренях гороху за дії ТФ в умовах сольового стресу.

Сольовий стрес пригнічував КАТ активність в досліджуваних рослинах гороху на 8,5% в проростках та 6,9% в коренях, але екзогенний ТФ в широкому діапазоні концентрацій стимулював активність каталази (див. рис. 1Б). Причому відмічалось пряма залежність між КАТ активністю та концентрацією ТФ. Так, максимально КАТ активність стимулювалася за дії ТФ в діапазоні концентрацій 0,1 – 1,0 г/л, на що вказує зростання її активності в проростках до 56%, а коренях до 97% порівняно з сольовим контролем.

Пролін відносять до так званих «стресових» амінокислот [9]. Посилення синтезу проліну відбувається в ході розвитку стрес-реакції, а накопичення проліну є адаптивною реакцією рослинного організму. За дії незначних концентрацій ТФ вміст проліну знижувався до рівня рослин, які пророщувалися на воді (рис. 2А). Проте, ТФ у концентраціях 0,5-1,0 г/л навпаки підсилював дію сольового стресу, що викликало гіперекспресію проліну.

Слід відзначити, що горох є високобілковою культурою, тому окисна модифікація білків негативно впливає на їх використання в процесах пластичного обміну. Так, за дії

сольового стресу зафіксовано зростання вмісту КГ ОМБ в проростках та коренях гороху майже в 2 рази (рис. 2Б). ТФ при його застосуванні дозволив зменшити ступень окисної модифікації білків на 35% в проростках та на 60% в коренях, порівняно з рослинами пророщеними на сольовому середовищі.

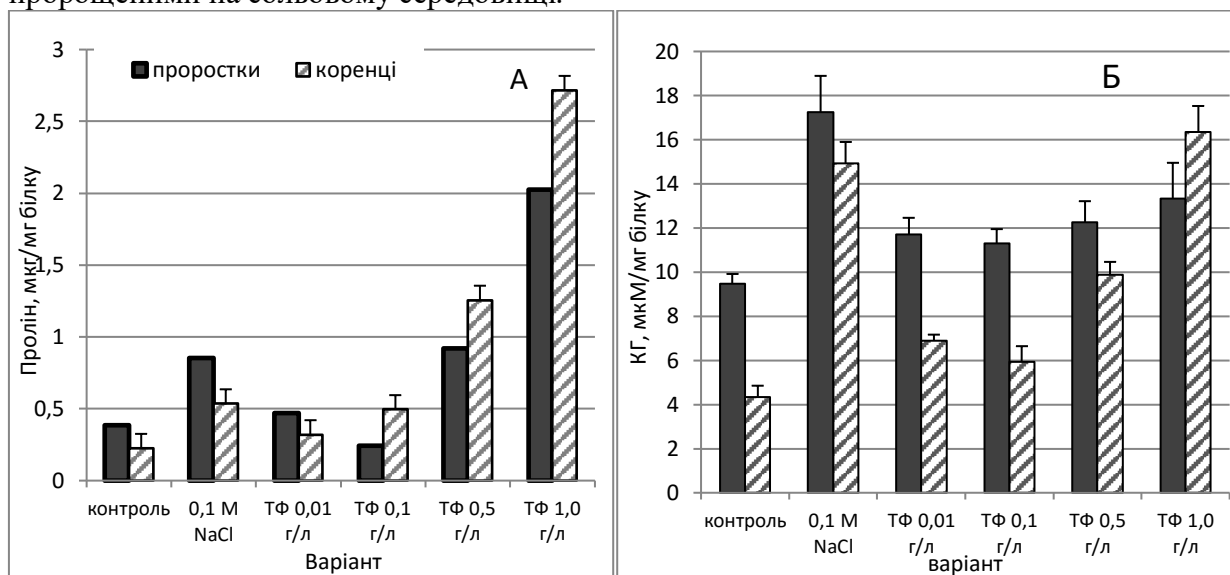


Рис. 2. Вміст вільного проліну (А) та карбонільних груп ОМБ (Б) в проростках та коренях гороху за дії ТФ в умовах сольового стресу.

**Висновки.**  $\alpha$ -Токоферол в концентраціях 0,01-0,1 г/л при передпосівному замочування насіння гороху сприяв росту та розвитку рослин на ранньому етапі онтогенезу за умов хлоридного засолення. ТФ сприяв нормалізації окисативного стану рослин гороху в умовах сольового стресу через гальмування процесу пероксидації ліпідів, зниження ступеню окисної модифікації білкових молекул та стимулювання КАТ активності. В цілому, ТФ підвищував солестійкість гороху на що вказують зміни у вмісті проліну пов'язані з адаптаційною реакцією рослин гороху.

#### Список використаних джерел

1. Farouk S. Ascorbic Acid and  $\alpha$ -Tocopherol Minimize Salt-Induced Wheat Leaf Senescence / S. Farouk // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2011. - V.7(3), - P. 58-79.
2. Sattler S.E. Vitamin E Is Essential for Seed Longevity and for Preventing Lipid Peroxidation during Germination / S.E. Sattler, L.U. Gilliland, M. Magallanes-Lundback, M. Pollard, D. DellaPenna // The Plant Cell. – 2004, -V.16, - P. 1419-1432.
3. Удовенко Г.В. Солестойкость культурных растений. – Л.: Колос, 1977. – 215 с.
4. Heath RL. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation / RL. Heath, L. Packer // Archives in Biochemistry and Biophysics. – 1968. –V.125, - P.189–198.
5. Bates L.S. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies / L.S.Bates, R.P.Waldren, I.D.Teare // Plant Soil. - 1973. - V. 39, - P. 205–207.
6. Корольок М.А. Метод определения активности каталазы / М.А.Корольок, А.И.Иванова, И.Т. Майорова // Лаб.дело. -1988. -№1. - С.16-19.
7. Lowry O.H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H.Lowry, N.I.Rosenbrough, A.R. Farr // J.Biol.Chem. – 1951. –V. 193, № 1. – P. 265-275.
8. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. Введённый 01.07.86. – М., 1984. – 30 с.
9. Епринцев А.Т. Роль свободных аминокислот в адаптивной реакции кукурузы в условиях солевого стресса / А.Т. Епринцев, О.С. Солодилова, Г.Н. Хожайнова // Весник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2003. - №2. – С. 132-135.